

ARTIKEL

MONITORING SUHU JARAK JAUH GENERATOR AC BERBASIS MIKROKONTROLER

*Eko Kristianto
09506134001*

Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta 2013
Email : ft@uny.ac.id

The purpose of this final project is to create a series of devices monitoring the temperature of the generator that can make it easier to monitor the temperature of the generator in the distance with display interface on the PC/Notebook. Generator temperature monitoring tool is a tool designed to improve the protection device does not exist on the generator and to facilitate the monitoring of the generator when working.

The methods used in this final task is the observation of existing equipment in the field. The steps taken to identify needs for tools, hardware design, software design and testing tools. The design of this system consists of five parts: a system of sensors, data processing, data viewer, a series of actions, as well as a series of power supply. A system of sensors that are used in the series of this temperature sensor LM35 is a function to read the temperature on the generator. Data processing system in the form of a series of microcontroller ATMEGA 328, this circuit works to process input, ADC input-output control. The third part is a data viewer that can be seen on the LCD and Visual Basic, which shows the information related to the temperature has been reached. The fourth part is a series of power supply, is a provider of power source for all series. Part five is the Act of the input is processed by a microcontroller (data processing). This series serves as a medium to switch to ring the buzzer and LED indicator turns off the generator.

Based on the results of the test generator temperature monitoring tool is already showing results in accordance with the plan, if the temperature detected by the sensor reached temperatures of over 100 ° C then a buzzer will sound and the tool will automatically switch off the LED indilator generator. LCD display interface and visual basic on PC/notebook to display temperature measurement accurately.

Keywords: Temperature Sensor, Arduino Iteaduino, Stackable Bluetooth Shield, ATmega328

INTISARI

Monitoring suhu jarak jauh generator AC berbasis mikrokontroler adalah suatu alat yang berfungsi untuk memonitor suhu generator dari jarak jauh tanpa kabel pada saat generator bekerja dengan tujuan generator dapat dipantau dari jarak jauh sehingga memudahkan dalam memantau suhu generator.

Instrumen yang dibutuhkan untuk membangun alat pendekripsi ini terdiri dari sensor suhu LM35 yang *outputnya* terhubung pada *pin A0* pada dan ditampilkan melalui LCD. Proses pengambilan data dilakukan saat unjuk kerja, yaitu melalui mikrokontroler yang telah diprogram, pengukuran tegangan pada tiap komponen, dan pendekripsi sensor suhu LM35 pada saat sensor dipasang pada generator.

Hasil pengujian dan unjuk kerja dari perancangan alat telah menunjukkan hasil yang sesuai dengan harapan yaitu mampu beroperasi 100%. Sedangkan hasil pengujian menggunakan program arduino dengan bahasa C sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Dari data tersebut dapat dikatakan bahwa sistem ini dapat bekerja dengan baik.

Kata Kunci : Sensor Suhu, Arduino Iteaduino, *Stackable Bluetooth Shield*, ATmega328

A. Pendahuluan

Teknologi membuat segala sesuatu yang kita lakukan menjadi lebih mudah. Manusia selalu berusaha untuk menciptakan sesuatu yang dapat mempermudah aktivitasnya, hal inilah yang mendorong perkembangan teknologi yang telah banyak menghasilkan alat sebagai piranti untuk mempermudah kegiatan manusia bahkan menggantikan peran manusia dalam suatu fungsi tertentu. Teknologi memegang peran penting di era modernisasi seperti pada saat ini, dimana teknologi telah menjadi bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam kehidupan sehari-hari. Perkembangan teknologi saat ini telah merambah ke segala aspek kehidupan sehingga saat ini seolah kita dimanjakan oleh adanya alat-alat yang dapat memberikan kemudahan.

Tingginya pengguna kebutuhan sumber daya listrik semakin membuat tipisnya cadangan energi di pembangkit, sehingga mengakibatkan adanya pemadaman di suatu daerah secara bergiliran karena pembangkit tidak mampu mencukupi kebutuhan pengguna energi listrik yang semakin besar saat jam tertentu, dimana penggunaan energi listrik sampai pada puncaknya, oleh karena itu diperlukan suatu cadangan energi listrik yang dapat mengurangi dampak pemadaman listrik tersebut, misalnya menggunakan generator untuk mensuplai listrik saat terjadinya pemadaman.

Dari permasalahan diatas, diperlukan suatu alat yang dapat memonitoring suhu generator agar dapat memperpanjang umur generator dan mencegah *over heat*. Untuk mengetahui suhu pada generator dibutuhkan sensor suhu

LM35 yang peka terhadap suhu. Dan untuk tampilan indeks pada data yang dikirim ke PC/Notebook menggunakan tampilan visual basic, sedangkan pada alat menggunakan LCD yang sebelumnya diproses oleh mikrokontroler. Sistem ini diharapkan mampu memberikan kemudahan dalam memonitoring suhu pada generator. Dalam tugas akhir ini dilakukan perancangan dan pembuatan alat monitoring suhu generator dengan sensor LM35 diimplementasikan pada sebuah miniplant berbasis mikrokontroler. Hasil dari monitoring suhu dapat langsung diketahui secara cepat dalam satuan °C.

B. Kajian Teori

1. Mikrokontroler Atmega 328

Komponen utama di dalam papan Arduino adalah sebuah mikrokontroller 8 bit dengan merk ATmega yang dibuat oleh perusahaan Atmel Corporation. ATMega328 mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*).

Mikrokontroller ATmega 328 memiliki arsitektur *Harvard*, dimana memori untuk kode program dan memori untuk data dipisahkan sehingga dapat memaksimalkan kerja dan *parallelism*. Instruksi – instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi – instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus clock.

32 x 8-bit register serba guna digunakan untuk mendukung operasi pada ALU (*Arithmatic Logic Unit*) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. 6 dari register serbaguna ini dapat digunakan sebagai 3 buah register pointer 16-bit pada mode pengalaman tak langsung untuk mengambil data pada ruang memori data. Ketiga register pointer 16-bit ini disebut dengan register “X” (gabungan R26 dan R27), register Y (gabungan R28 dan R29), dan register Z (gabungan R30 dan R31). Hampir semua instruksi AVR memiliki format 16-bit. Setiap alamat memori program terdiri dari instruksi 16-bit atau 32-bit. Selain register serba guna di atas, terdapat register lain yang terpetakan dengan teknik *memory mapped I/O* selebar 64 byte. Beberapa register ini digunakan untuk fungsi khusus antara lain sebagai register *control Timer/ Counter*, Interupsi, ADC, USART, 17 SPI, EEPROM, dan ungsi I/O lainnya. Register – register ini menempati memori pada alamat 0x20h – 0x5Fh.

2. Arduino Uno

Arduino uno merupakan papan mikrokontroler yang di didalamnya tertanam *microcontroller* dengan merk ATmega yang dibuat oleh perusahaan Atmel Corporation. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe ATmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya. Untuk *microcontroller* yang digunakan pada arduino uno sendiri jenis ATmega328, sebagai otak dari pengendalian sistem alat. Arduino uno sendiri merupakan kesatuan perangkat yang terdiri dari berbagai

komponen elektronika dimana penggunaan alat sudah dikemas dalam kesatuan perangkat yang dibuat oleh pemproduksi untuk di perdagangkan. Dengan arduino uno dapat dibuat sebuah sistem atau perangkat fisik menggunakan *software* dan *hardware* yang sifatnya interaktif, yaitu dapat menerima rangsangan dari lingkungan dan merespon balik. Konsep untuk memahami hubungan yang manusiawi antara lingkungan yang sifat alaminya adalah analog dengan dunia digital, disebut dengan *physical computing*. Pada prakteknya konsep ini diaplikasikan dalam desain alat atau projek-projek yang menggunakan sensor dan *microcontroller* untuk menerjemahkan input analog ke dalam sistem software untuk mengontrol gerakan alat-alat elektro-mekanik.

Arduino dikatakan *open source* karena sebuah *platform* dari *physical computing*. *Platform* di sini adalah sebuah alat kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan IDE (*Integrated Development Environment*) yang canggih. IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam *memory microcontroller*. Arduino, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) untuk bisa disambungkan dengan Arduino.



Gambar 1. Bentuk Fisik Iteaduino.

(Sumber : Dian Artanto, 2012)

3. *Stackable Bluetooth Shield (Master/Slave)*

Stackable Bluetooth Shield (Master/Slave) merupakan salah satu modul *bluetooth* yang dikembangkan untuk dapat digunakan pada aplikasi mikrokontroler khususnya pada arduino. *Stackable Bluetooth Shield* yang umum ditemukan di pasaran ada dua jenis yaitu *Stackable Bluetooth Shield (Master/Slave)* dan *Stackable Bluetooth Shield (Slave)*. Perbedaan *bluetooth shield* ini terdapat pada fungsinya, *Stackable Bluetooth Shield (Master/Slave)* dapat digunakan sebagai *pairing* data dua arah, sebagai *transmiter* dan sebagai *receiver* sedangkan *Stackable Bluetooth Shield (Slave)* hanya digunakan sebagai *pairing* data *receiver* saja. Bentuk fisik dari *Stackable Bluetooth Shield (Master/Slave)* nampak pada gambar 1 berikut ini:



Gambar 2. Bentuk Fisik *Stackable Bluetooth Shield (Master/Slave)*.

(Sumber: <http://cdn2.bigcommerce.com>)

4. LCD

M1632 adalah merupakan modul LCD dengan tampilan 16X2 baris dengan konsumsi daya yang rendah. Modul ini dilengkapi dengan mikrokontroller yang didesain khusus untuk mengendalikan LCD. Mikrokontroller HD44780 buatan hitachi yang berfungsi sebagai pengendali LCD ini mempunyai CGROM (*Character Generator ROM*) untuk 192 tipe karakter, CGRAM (*Character Generator RAM*) dan DDRAM (*Display Data RAM*). LCD ini mempunyai keunggulan antara lain adanya panel pengatur kekontrasan cahaya tampilan LCD, tampilan terdiri dari 2 baris yang masing-masing terdiri 16 karakter, selain itu LCD ini membutuhkan konsumsi daya yang rendah. (<http://delta-electronic.com>)



Gambar 15. LCD Display 16X2 M1632

(Sumber : Ari Heryanto, M dan Wisnu Adi P, 2008)

Tabel 1. Pin LCD dan fungsinya

PIN	Nama PIN	Fungsi	In/Out/Pwr
1	VSS	<i>Ground Voltage</i>	<i>Power</i>
2	VCC	+5V	<i>Power</i>
3	VEE	Contrast voltage	<i>Analog</i>
4	RS	<i>Register Select</i> <i>0 = Instruction Register</i> <i>1 = Data register</i>	<i>Input</i>
5	R/W	<i>Read/Write</i> <i>0 = write mode</i> <i>1 = read mode</i>	<i>Input</i>
6	E	<i>Enable</i>	<i>Input</i>

		<i>O = start to lacht data to LCD character</i> <i>I = disable</i>	
7	DB0	Data bit ke -0 (LSB)	<i>I/O</i>
8	DB1	Data bit ke-1	<i>I/O</i>
9	DB2	Data bit ke-2	<i>I/O</i>
10	DB3	Data bit ke-3	<i>I/O</i>
11	DB4	Data bit ke-4	<i>I/O</i>
12	DB5	Data bit ke-5	<i>I/O</i>
13	DB6	Data bit ke-6	<i>I/O</i>
14	DB7	Data bit ke-7 (MBS)	<i>I/O</i>
15	BPL	<i>Back Plane Light</i>	<i>Power</i>
16	GND	<i>Ground Voltage</i>	<i>Power</i>

5. *Buzzer*

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Prinsip kerja buzzer yakni terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm). (<http://indraharja.wordpress.com>)



Gambar 4. Buzzer
(Sumber : Prihono, dkk., 2009)

6. *Sensor Suhu*

Menurut Faris Septiawan (2010) Sensor adalah jenis tranduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor sering digunakan untuk pendektsian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian. Beberapa jenis sensor yang banyak digunakan dalam rangkaian elektronik antara lain sensor cahaya, sensor suhu, dan sensor tekanan. Sensor suhu ada beberapa macam, namun disini kami menggunakan sensor suhu jenis IC LM35. Sensor suhu menggunakan komponen utama IC LM35 sebagai sensor suhu, lihat gambar 16. LM35 merupakan sensor

suhu yang akurat dimana tegangan keluaran berbanding lurus dengan suhu dalam derajat celcius sebesar $10\text{mV}/^\circ\text{C}$



Gambar 5. Sensor LM35

(Sumber : <http://telinks.files.wordpress.com>)

Menurut Donny Radianto (2012) Sensor ini memerlukan kalibrasi eksternal untuk menghasilkan ketelitian 0.25°C pada suhu ruangan. Sedangkan kemampuan sensor ini untuk mengukur suhu terletak pada kisaran $-55^\circ\text{--}150^\circ\text{C}$ dengan tegangan output antara $-1 \text{ Vdc s/d } +6 \text{ Vdc}$. Tegangan negative output sensor menunjukkan suhu negatif.

LM35 mempunyai output impedansi yang rendah sehingga akan mempermudah dalam pembacaan dan kontrol. Konsumsi energy yang diperlukan IC ini sangat rendah 60 pA , sehingga tidak menimbulkan panas yang relative besar atau kurang dari $0,1^\circ\text{C}$. sensor ini menggunakan catu daya $4\text{--}30 \text{ Vdc}$.

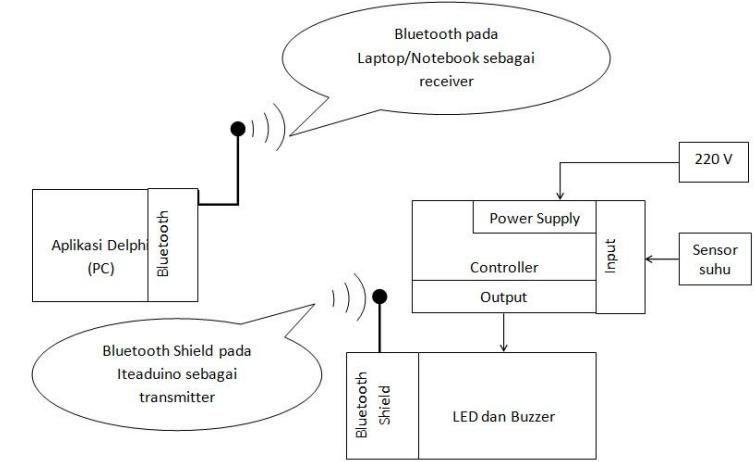
C. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan diperlukan untuk mengetahui bahan-bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan rangkaian monitoring suhu jarak jauh pada generator AC berbasis mikrokontroler menggunakan komunikasi *bluetooth* berbasis iteaduino agar lebih efektif dan efisien. Apabila kebutuhan komponen telah terpenuhi, maka segera dipasang pada PCB sesuai dengan gambar rangkaian yang telah ditentukan.

1. Komponen yang di perlukan dalam pembuatan alat ini adalah sebagai berikut :
 - a. Arduino board dengan IC mikrokontroller 328.
 - b. Stackable Bluetooth Shield
 - c. Resistor
 - d. Kapasitor
 - e. LED
 - f. Transformator step down
 - g. Diode
 - h. LCD 16×2 LM1632
 - i. IC Regulator
2. Bahan dan alat yang diperlukan antara lain:
 - a. PCB.
 - b. FeCl₃.
 - c. Solder.
 - d. Timah.
 - e. Bor.
 - f. Multimeter.

D. Perancangan

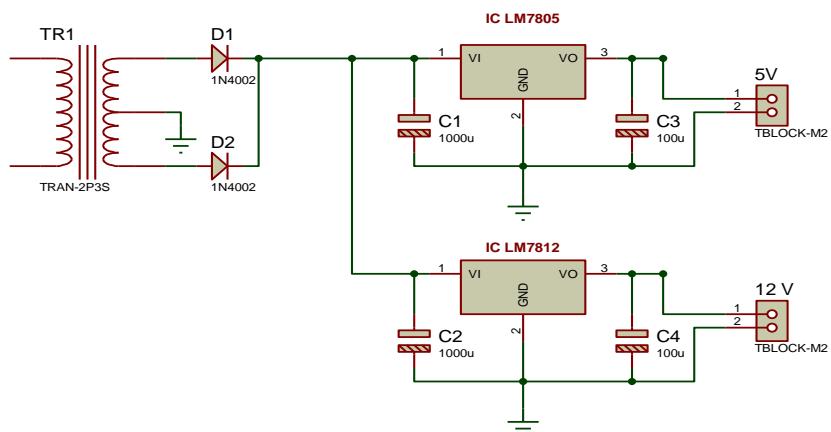
Monitoring suhu jarak jauh generator AC berbasis mikrokontroler ini terdiri dari Mikrokontroler Atmega 328, sensor Suhu LM35, Arduino uno, *Stackable Bluetooth Shield*, push button, LCD, dan *buzzer*. Semua komponen tersebut disuplai oleh catu daya. Catu daya menggunakan tegangan DC dari konverter dan tegangan AC dari PLN. Berikut adalah diagram blok dari Tempat penyimpanan beras elektronik berbasis mikrokontroler ATmega 16.



Gambar 6. Diagram blok rangkaian

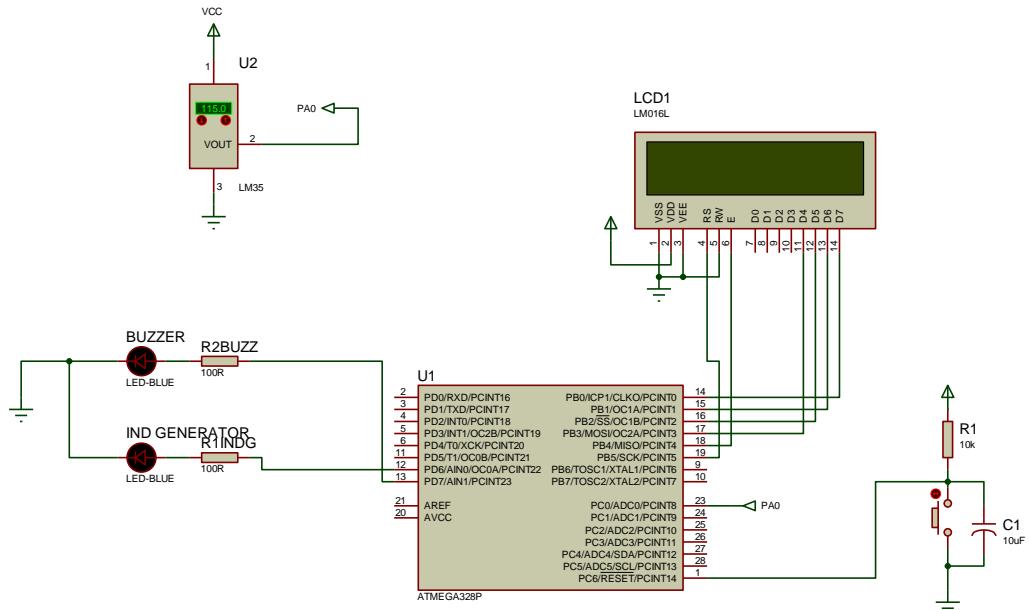
1. Catu daya

Catu daya yang digunakan pada Monitoring suhu jarak jauh generator AC berbasis mikrokontroler ATMEGA 328 adalah 5 Volt DC dan 12 Volt DC. *Supply* tegangan pada LCD dan *bluetooth* membutuhkan tegangan catu daya adalah sebesar 5 Volt DC. Dan untuk kestabilan pada arduino sendiri dicatu tegangan sebesar 12 Volt DC. Digunakan IC regulator 7805 untuk mencatu tegangan sebesar 5 Volt dan IC regulator 7812 untuk tegangan sebesar 12 Volt. Rangkaian dari catu daya yang digunakan dapat dilihat seperti pada Gambar 7 berikut ini :



Gambar 7. Rangkaian Catu Daya

2. Rangkaian Kontrol



Gambar 8. Skema Rangkaian

Bagian terpenting dari rangkaian kontrol ini adalah ATmega 328 yang merupakan mikroprosesor yang dapat mengolah data dan mengeksekusi berupa output. Inputan berupa sensor suhu LM35. Sensor suhu LM35 terhubung pada Pin A0 pada mikrokontroler. Push button yang berfungsi sebagai tombol reset dipasang pada Pin 1. Outputan berupa LED dan buzzer. LED dipasang di Pin 7 dan buzzer dipasang di Pin 6. Pin LCD terpasang dikaki mikrokontroler pada 13, 12, 11, 10, 9, 8.

E. Hasil Pengujian

1. Hasil Pengujian Catu Daya

Pengujian dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja catu daya yaitu dengan mengukur tegangan regulator dengan multimeter. Hasil dari pengujian menunjukkan tegangan yang tidak jauh berbeda dari tegangan yang diinginkan.

Tabel 2. Pengujian Catu Daya

No	Pengukuran	Data (Volt)			Rata-rata (Volt)	
		1	2	3		
1	Transformator	<i>Input AC</i>	220	220	220	220
		<i>Output AC</i>	15,9	16,00	16,00	15,97
2	LM 7812	<i>Input DC</i>	16,71	16,72	16,71	16,71
		<i>Output DC</i>	11,89	11,90	11,89	11,89
3	LM 7805	<i>Input DC</i>	16,71	16,71	16,91	16,77
		<i>Output DC</i>	4,93	4,93	4,92	4,93

2. Komponen penampil LCD

Pada pengujian modul LCD dilakukan dengan menjalankan program yang di-upload ke dalam *chip* mikrokontroller. Pada pengujian Modul LCD ini menggunakan *chip* mikrokontroler ATmega 328.

Tabel 11. Hasil Pengamatan modul LCD

No	Karakter yang ditampilkan LCD	Keterangan
1		Tampilan nama dari alat
2		Tampilan pengukuran suhu waktu alat bekerja

3. Indikator menggunakan LED

Pengukuran dilakukan dengan menghubungkan pin konektor modul LED ke port mikrokontroler ATmega 328. Pengukuran dilakukan menggunakan multimeter analog dan pin konektor dihubungkan pada kutub positif multimeter dan kutub negatif multimeter dihubungkan ke *ground*. Hasil pengujian diperoleh data seperti pada Tabel 12 berikut ini:

Tabel 12. Hasil Pengukuran Tegangan pada modul LED

No. LED	Data (Volt)			Rata-rata (Volt)	Keterangan
	1	2	3		
LED 1	0	0	0	0,00	LED Padam
	4,61	4,59	4,60	4,60	LED Menyala
LED 2	0	0	0	0,00	LED Padam
	4,60	4,59	4,60	4,60	LED Menyala
LED 3	0	0	0	0,00	LED Padam
	4,59	4,60	4,60	4,60	LED Menyala

4. Buzzer sebagai Alarm

Pengukuran pada *buzzer* dengan menggunakan multimeter analog. Teknis pengujian dengan cara menghubungkan konektor positif multimeter pada *buzzer* dan kutub negatif multimeter dihubungkan ke *ground*. Hasil pengujian diperoleh data seperti pada Tabel 13 berikut ini :

Tabel 13. Hasil pengukuran tegangan pada *buzzer*

Nama	Data (Volt)			Rata-rata (Volt)	Keterangan
	1	2	3		
Buzzer	0	0	0	0	Tidak bunyi
	9,98	8,95	8,98	8.94	Bunyi

5. Pengujian pada Sensor Suhu LM35

Data hasil pengujian sensor suhu ditunjukkan pada tabel 14 berikut:

Tabel 14. Hasil pengujian tegangan pada sensor suhu LM35

No.	Suhu pada LCD	Tegangan LM35 (Volt) (teori)	Tegangan LM35 (Volt) (pengukuran)	Prosentase nilai simpangan (%)	Buzzer
1	30° C	0.3	0,298	0,6	Tidak Bunyi
2	40° C	0.4	0,399	0,25	Tidak Bunyi
3	50° C	0.5	0,498	0,4	Tidak Bunyi
4	60° C	0.6	0,596	0,6	Tidak Bunyi
5	70° C	0.7	0,699	0,4	Tidak Bunyi
6	80° C	0.8	0,798	0,25	Tidak Bunyi
7	90° C	0.9	0,895	0,5	Tidak Bunyi
8	100° C	1	0,996	0,4	Tidak Bunyi
9	110° C	1,1	1,09	0,14	Bunyi

Batasan yang dapat di ukur oleh sensor suhu LM35 yaitu antara 3 °C - 150 °C dan secara prinsip sensor akan melakukan penginderaan pada saat perubahan suhu setiap suhu 1 °C akan menunjukkan tegangan sebesar 10 mV, maka didapat rumus sebagai berikut:

$$V_{LM35} = \text{suhu} * 10\text{mV}$$

Berikut ini rumus perhitungan prosentase nilai simpangan (volt) LM35 dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{error}(\%) = \frac{|Teori - Pengukuran|}{Teori} \times 100\%$$

Setelah mengetahui nilai masing-masing prosentase simpangan, maka perlu diketahui nilai total error, berikut adalah perhitungan nilai total error :

$$\begin{aligned} & \text{Total error} \\ &= \frac{0,6 + 0,25 + 0,4 + 0,6 + 0,14 + 0,25 + 0,5 + 0,4 + 0,9}{9} \\ &= 0,44\% \end{aligned}$$

6. Pengujian koneksifitas bluetooth

Pengamatan dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja dari *stackable bluetooth shield* dan keakuratan data yang dikirim yaitu dengan mengatur jarak yang telah ditentukan. Hasil pengamatan tersebut menunjukkan hasil yang tidak jauh beda dengan tampilan yang ada di LCD, tabel di bawah merupakan pengamatan data penunjukan suhu yang ada pada generator dan koneksifitas *stackable bluetooth shield*.

Tabel 15. Hasil pengujian Koneksifitas *Bluetooth*

No.	Waktu pengujian (Menit)	Suhu generator pada tampilan LCD	Jarak pengiriman data ke PC/notebook	Suhu yang ditampilkan pada Visual Basic	Koneksi bluetooth
1	0 menit	26,40°C	2 meter	26,40°C	Terhubung
2	2 menit	30,16°C	4 meter	30,16°C	Terhubung
3	4 menit	34,52°C	6 meter	34,52°C	Terhubung
4	6 menit	37,97°C	8 meter	37,97°C	Terhubung
5	8 menit	40,71°C	10 meter	40,71°C	Terhubung
6	10 menit	41,26°C	10,25 meter	41,26°C	Terhubung
7	12 menit	43,32°C	10,50 meter	43,32°C	Terhubung
8	14 menit	45,64°C	10,75 meter	45,64°C	Terhubung
9	16 menit	46,27°C	11meter	46,27°C	Terhubung
10	18 menit	48,67°C	11,25 meter	-	Terputus
11	20 menit	50,49°C	11,50 meter	-	Terputus

Hasil pengujian koneksifitas bluetooth diatas, pengiriman data dari alat ke PC/notebook terdapat delay, lama delay tersebut dapat ditunjukkan pada tabel 16 berikut ini :

Tabel 16. Pengujian Delay Pengiriman Data dari Bluetooth ke PC/notebook

PERCOBAAN	WAKTU (detik)
1	2,01
2	1,85
3	1,56
4	1,58
5	1,67
6	1,73
7	1,54
8	1,63
9	1,64
10	1,83

Setelah melakukan beberapa percobaan, maka perlu diketahui rata-rata delay pengiriman data dari alat ke PC/notebook, berikut adalah perhitungan rata-rata delay yang diperlukan untuk pengiriman data :

$$\begin{aligned}
 & \text{delay} \\
 & = \frac{2,01 + 1,85 + 1,56 + 1,58 + 1,67 + 1,73 + 1,54 + 1,63 + 1,64 + 1,83}{10} \\
 & = \frac{17,04}{10} = 1,704 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

F. Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji coba dan pembahasan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat monitoring suhu pada generator terdiri atas perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*). Perangkat ini terdiri dari beberapa rangkaian yaitu:
 - a. Rangkaian *sensor LM35*
 - b. Arduino Iteaduino
 - c. *Stackable Bluetooth Shield (Master/Slave)*
 - d. Penampil LCD 16x2
 - e. Rangkaian catu daya
2. Unjuk kerja yang dilakukan pada rancang bangun ini berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Tampilan visual basic pada PC/Notebook dapat membaca dan menerima data yang dikirimkan melalui komunikasi Bluetooth dari alat sensor suhu yang ada pada generator. Semua komponen alat bekerja sebagaimana mestinya, dan ketika sensor suhu bekerja mendeteksi suhu yang lebih dari setting program alat, maka dengan sendirinya *buzzer* akan berbunyi dan alat akan mematikan indikator generator secara otomatis .
3. Hasil pengujian unjuk kerja dari alat menunjukkan bahwa semua modul *input* dan modul *output* yang digunakan mampu bekerja sesuai dengan rancangan. Pada bagian catu daya telah mampu mencatu semua rangkaian. Walaupun terdapat selisih dari persentase pengukuran dengan nilai tegangan seharusnya, namun hal ini bisa diterima karena masih dalam batas normal tegangan kerja alat.
4. Modul LCD pun mampu menampilkan karakter yang diinginkan sesuai dengan eksekusi program yang dibuat. Modul *Bluetooth* sebagai pengirim data dan *buzzer* pengganti *alarm* dapat bekerja sesuai dengan harapan yaitu mampu menyala sesuai dengan urutan intruksi programnya.
5. Modul *bluetooth* yang digunakan untuk mengirimkan data dari alat sensor suhu ke PC/notebook hanya dapat mengirimkan data dengan jarak ± 10 meter dari alat sensor suhu.

G. DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Basuki. (2006). *Algoritma Pemograman 2 Menggunakan Visual Basic 6.0*. Surabaya : Penerbit ITS Surabaya
- Anonim. (2008). *Bluetooth*. <http://id.wikipedia.org/wiki/Bluetooth> (diakses tanggal 3 Februari 2013)
- Anonim. (2008). *Diagram Alir*. http://id.wikipedia.org/wiki/Diagram_alir (diakses tanggal 24 Januari 2012)
- Anonim. (2008). *Diode*. <http://id.wikipedia.org/wiki/Dioda> (diakses tanggal 16 Desember 2012)
- Anonim. (2008). *M1632 Module LCD 16X2 Baris (M1632)*. <http://delta-electronic.com/article/wp-content/uploads/2008/09/an0034.pdf> (diakses tanggal 20 Desember 2012)
- Anonim. (2010). *Visual Basic*. http://id.wikipedia.org/wiki/Visual_basic (diakses tanggal 12 Desember 2012)
- Anonim. (2012). *Arduino Uno*. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/33904/4/Chapter%20II.pdf> (diakses tanggal 1 Februari 2013)
- Anonim. (2012). *Blok Diagram of the AVR MCU Architecture*. <http://dadan.blog.ugm.ac.id/files/2012/01/core-at32.jpg> (diakses tanggal 4 Februari 2013)
- Anonim. (2012). *Konsep Dasar Penyearah Gelombang (Rectifier)*. <http://elektronika-dasar.com/teori-elektronika/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/> (diakses tanggal 24 Januari 2012)
- Anonim. (2012). *Mikrokontroler Atmega 328*. http://store.arduino.cc/ww/index.php?main_page=product_info&cPath=11_12&products_id=80 (diakses tanggal 4 Februari 2013)
- Anonim. (2013). *C (Bahasa Pemrograman)*. [http://id.wikipedia.org/wiki/C_\(bahasa_pemrograman\)](http://id.wikipedia.org/wiki/C_(bahasa_pemrograman)). (diakses tanggal 3 Februari 2013)
- Ari Heryanto, M dan Wisnu Adi P. (2008). *Pemrograman bahasa C untuk mikrokontroller ATmega 8535*. Yogyakarta
- Armanto. (2012). *Pengenalan Arduino II*. <http://apardamean.blogspot.com/2012/09/pengenalan-arduino-ii.html> (diakses tanggal 26 Desember 2012)

- Aryutomo. (2010). *Pengenalan Bahasa C dan Dev-C*. <http://aryutomo.wordpress.com/tag/pengenalan-bahasa-c/> (diakses tanggal 7 Oktober 2012)
- Ashariyanto ,Effendi. (2010). *Krisis Energi Mulai Mengancam*. Magetan : Magetan News
- Barnet, Cox and Col. (2007) . *Embedded C Programming and the atmel AVR*. France : Thomson Delmar learning
- Chandra MDE.(2010). *Rangkaian Sensor Suhu LM35*. <http://telinks.wordpress.com/2010/04/09/rangkaian-sensor-suhu-lm35/> (diakses tanggal 5 Januari 2013)
- Dale Wheat. (2012). *Arduino Internal*. Diakses pada 30/01/2013 dari <http://books.google.co.id>
- Dendiatama. (2011). *Kelebihan Arduino*. <http://dendiatama.blogspot.com/2011/09/kelebihan-arduino.html> (diakses tanggal 3 Februari 2013)
- Dian Artanto. 2012. *Interaksi Aduino dan Labview*. Jakarta: PT.Elex Media Komputindo.
- Dwi Surjono, Herman. (1996). *Elektronika*. Yogyakarta: IKIP Yogyakarta
- Eko Putra, Agfianto. (2009). *Arsitektur Von-Neumann vs. Harvard*. <http://agfi.staff.ugm.ac.id/blog/index.php/2009/01/mikrokontroler-arsitektur-von-neumann-vs-harvard/> (diakses tanggal 2 Februari 2013)
- Faris Septiawan. (2010). *Pengertian Sensor*. <http://farisseptiawan.blogspot.com/2010/03/pengertian-sensor.html> (diakses tanggal 21 Oktober 2012)
- Feri Djuandi. (2011). *Pengenalan Arduino*. Diakses pada 30/9/2012 dari www.tobuku.com
- Indraharja. (2012). *Pengertian Buzzer*. <http://indraharja.wordpress.com/2012/01/07/pengertian-buzzer/> (diakses tanggal 16 Desember 2012)
- Michael E, Brumbach. (2011). *Industrial Electricity*. USA : Delmar, Cengage Learning. <http://books.google.co.id> (Diakses 09 Januari 2013)
- Prihono, dkk. (2009). *Jago Elektronika Secara Otodidak*. Surabaya: Kawan Pustaka

- Radianto, Donny. (2012). *Sensor Suhu Dengan LM 35*. <http://teknologi.kompasiana.com/terapan/2012/11/11/sensor-suhu-dengan-lm-35-502246.html> (diakses tanggal 21 Oktober 2012)
- Santosa, Hadi. (2012). *Pengenalan Arduino*. <http://hardi-santosa.blog.ugm.ac.id/2012/06/23/apa-itu-arduino/> (diakses tanggal 11 Januari 2013)
- Setiawan, Sulhan.(2006). *Mudah dan Menyenangkan Belajar Mikrokontroler*. Yogyakarta:Andi Offset.
- Steven F. Barrett. (2012). *Arduino Microcontroller Processing for Everyone*. <http://books.google.co.id> (Diakses tanggal 30 September 2012)
- Sunomo. (1996). *Elektronika II*. Yogyakarta: IKIP Yogyakarta.
- Universitas Negeri Yogyakarta.(2012). *Pedoman Proyek Akhir*. Yogyakarta : Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.